

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年 1 0 月    2 日  
Date of Application:

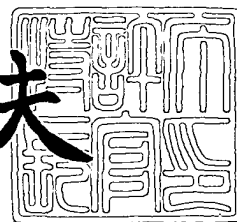
出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 9 0 0 0 7  
Application Number:  
[ST. 10/C] :            [ J P 2 0 0 2 - 2 9 0 0 0 7 ]

出 願 人            セイコーエプソン株式会社  
Applicant(s):

2 0 0 3 年    8 月 1 2 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 0 6 5 0 1 4

【書類名】 特許願  
【整理番号】 J0094870  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 A61B 5/02  
A61B 5/11

## 【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 山口 健司

## 【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 馬場 教充

## 【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

## 【代理人】

【識別番号】 100095728

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 1 3 9

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107076

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 藤網 英吉

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

**【手数料の表示】****【予納台帳番号】** 013044**【納付金額】** 21,000円**【提出物件の目録】****【物件名】** 明細書 1**【物件名】** 図面 1**【物件名】** 要約書 1**【包括委任状番号】** 0109826**【プルーフの要否】** 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 体動検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 利用者の反復運動に伴う体動を検出する体動検出手段と、前記体動検出手段の検出結果が所定の基準範囲内であるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段による判定結果が前記所定の基準範囲内であった時に、その都度、告知信号を発生する告知手段とを備えることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記検出結果は、前記反復運動の運動強度であることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 3】 請求項 1 において、前記検出結果は、前記反復運動の運動強度と運動周期であることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 4】 請求項 2 または 3 において、前記所定の基準範囲は、前記利用者が設定した下限基準値以上、及び下限基準値と上限基準値との間のいずれかであることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 5】 請求項 3 において、前記運動周期についての前記基準範囲は、前記利用者が目標として設定した運動時間と運動累積回数とから算出されることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 6】 請求項 3 において、前記運動周期についての前記基準範囲は、前記利用者が目標として設定した運動時間と運動消費カロリーとから算出されることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 7】 請求項 1 において、前記検出結果は、前記反復運動の運動強度と運動累積回数、及び運動強度と運動周期と運動累積回数のいずれか一方であることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 8】 請求項 7 において、前記運動強度、及び前記運動周期についての前記所定の基準範囲は、前記利用者が設定した下限基準値以上、及び下限基準値と上限基準値との間のいずれかであり、かつ、前記運動累積回数についての前記所定の基準範囲は、前記利用者が設定した目標累積回数以下であることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 9】 請求項 8 において、前記運動累積回数が前記目標累積回数に

到達した時に、前記告知手段は、前記告知信号とは異なる告知信号を発生し、さらに前記運動累積回数を 0 に戻すことを特徴とする体動検出装置。

【請求項 1 0】 請求項 1 乃至 9 のいずれかにおいて、前記体動検出手段は、加速度センサ、圧力センサ、及び速度センサの内のいずれかを備えることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 1 1】 利用者の反復運動に伴う体動を検出する体動検出手段と、前記体動検出手段の検出結果が所定の基準範囲内であるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段による判定結果が前記所定の基準範囲内であった時に、その都度、告知信号を発生する告知手段と、前記利用者の生体反応を検出する生体反応検出手段と、前記生体反応検出手段の検出結果から前記基準範囲を算出する算出手段を備えることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 1 において、前記生体反応検出手段は前記利用者の脈波を検出する脈波検出手段と、前記体動検出手段の検出結果と前記脈波検出手段の検出結果とから、脈拍数を算出する脈拍数算出手段を備えることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 2 において、前記判定結果が前記所定の基準範囲内であっても、前記脈拍数が、前記利用者が事前に設定した目標脈拍数の範囲外であった場合には、前記脈拍数が前記目標脈拍数の範囲内になるように前記所定の基準範囲を変更することを特徴とする体動検出装置。

【請求項 1 4】 請求項 1 2 または 1 3 において、前記脈拍数算出手段は、前記脈波検出手段と前記体動検出手段のそれぞれの検出信号を周波数分析し、前記周波数分析には F F T 処理 ( F a s t f o u r i e r t r a n s f o r m ) を用いることを特徴とする体動検出装置。

【請求項 1 5】 請求項 1 乃至 1 4 のいずれかにおいて、前記告知信号は、アラームによる音、振動モータによる振動、及び L E D ( L i g h t E m i t t i n g D i o d e ) による光の内のいずれかであることを特徴とする体動検出装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は、反復運動中の利用者の体動情報から、適正な運動動作の判定および告知を行う体動検出装置に関する。

**【0 0 0 2】****【従来の技術】**

従来から、歩行や走行などの同一動作を繰り返す反復運動において、所定のピッチ数（例えば歩行ピッチ数 1 2 0 歩／分）で運動を行うために、利用者へ一定周期のピッチ音を告知するピッチ計が用いられていた。このような、従来のピッチ計は、例えば、特許文献 1 記載の発明のように、利用者の目標とする歩行時間と消費カロリーから歩行ピッチ数を求め、この歩行ピッチ数のピッチ音に合わせて、利用者が歩行を行えば、高い運動効果を得られるようになっていた。

**【0 0 0 3】****【特許文献 1】**

特開平 0 2 - 0 0 7 9 4 3 号公報

**【0 0 0 4】****【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、従来のピッチ計では、利用者がピッチ計の音に合わせて歩行や走行などの反復運動を行ったとしても、その運動動作が適正でない（例えば、歩行の腕振りが小さく、歩幅が狭いため、運動強度が弱い）場合、高い運動効果を得られない問題点があった。

**【0 0 0 5】**

そこで本発明では、歩行や走行などの反復運動において、動作毎に適正な運動動作（即ち、適正な運動強度、運動速度および運動回数）であることを利用者へ告知できる体動検出装置を提供することを目的とする。

**【0 0 0 6】**

更に、運動中の運動動作が適正であるかどうかを利用者に連続して告知することによって、利用者が適正な運動強度、運動速度および運動回数を維持することができ、高い運動効果を得ることが可能な体動検出装置を提供することを目的とする。

**【 0 0 0 7 】****【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成するために、本発明の体動検出装置は、利用者の反復運動に伴う体動を検出する体動検出手段と、前記体動検出手段の検出結果が所定の基準範囲内であるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段による判定結果が前記所定の基準範囲内であった時に、その都度、告知信号を発生する告知手段とを備えることを特徴とする。

**【 0 0 0 8 】**

この構成によれば、歩行や走行などの反復運動において、利用者は、動作毎に適正な運動動作、即ち、所定の基準範囲内であるか否かを告知信号によって確認できるため、判定結果が連続して肯定になるように運動を行った場合、適正な運動動作を維持した、高い運動効果を得られる反復運動が可能となる。

**【 0 0 0 9 】**

ここで、前記検出結果は、前記反復運動の運動強度であることを特徴とする。

この構成によれば、利用者の反復運動に伴う体動が、動作毎に適正な運動強度であるか否かの判定を行い、その判定結果が肯定となった時に告知信号を発生するため、利用者が、判定結果が連続して肯定になるように運動を行った場合、適正な運動強度を維持した、高い運動効果を得られる反復運動が可能となる。

**【 0 0 1 0 】**

更に、前記検出結果は、前記反復運動の運動強度と運動周期であることを特徴とする。

この構成によれば、利用者の反復運動に伴う体動が、動作毎に適正な運動強度であるか否かの判定に加えて、適正な運動周期（即ち、適正な運動速度）であるか否かの判定を行い、両者が肯定となった時に告知信号を発生するため、利用者が、判定結果が連続して肯定になるように運動を行った場合、適正な運動強度と運動速度を維持した、より高い運動効果を得られる反復運動が可能となる。

**【 0 0 1 1 】**

更にまた、前記所定の基準範囲は、前記利用者が設定した下限基準値以上、及び下限基準値と上限基準値との間のいずれかであることを特徴とする。

この構成によれば、利用者の運動能力、あるいは、利用者の好みに応じて、基準範囲を設定できると共に、基準範囲を設定した下限基準値以上として、判定結果が連続して肯定になるように運動を行った場合、運動負荷の弱すぎる運動動作を抑制することができる。また、運動強度基準範囲を設定した下限基準値と上限基準値との間として、判定結果が連続して肯定になるように運動を行った場合、運動負荷の弱すぎる運動動作に加えて強すぎる運動動作も抑制することができる。

#### 【 0 0 1 2 】

更にまた、前記運動周期についての前記基準範囲は、前記利用者が目標として設定した運動時間と運動累積回数とから算出されることを特徴とする。

この構成によれば、利用者が目標とする運動時間と運動累積回数を設定することによって、前記運動時間内に前記運動累積回数を達成するために必要な下限運動周期が算出されるため、利用者にとって運動周期基準範囲の境界値の設定が、より分かり易いものとなる。

#### 【 0 0 1 3 】

更にまた、前記運動周期についての前記基準範囲は、前記利用者が目標として設定した運動時間と運動消費カロリーとから算出されることを特徴とする。

この構成によれば、利用者が目標とする運動時間と運動消費カロリーを設定することによって、前記運動時間内に前記運動消費カロリーを消費するために必要な下限運動周期が算出されるため、利用者にとって運動周期基準範囲の境界値の設定が、より分かり易いものとなる。

#### 【 0 0 1 4 】

更にまた、前記検出結果は、前記反復運動の運動強度と運動累積回数、及び運動強度と運動周期と運動累積回数のいずれか一方であることを特徴とする。

更にまた、前記運動強度、及び前記運動周期についての前記所定の基準範囲は、前記利用者が設定した下限基準値以上、及び下限基準値と上限基準値との間のいずれかであり、かつ、前記運動累積回数についての前記所定の基準範囲は、前記利用者が設定した目標累積回数以下であることを特徴とする。

これら構成によれば、適正な運動強度、あるいは、適正な運動強度かつ適正な



運動周期となる回数を累積し、その運動累積回数が目標累積回数以下であれば、告知信号を発生し、目標累積回数超過であれば告知信号を発生しないため、反復運動の終了の合図として利用できる。

#### 【 0 0 1 5 】

更にまた、前記運動累積回数が前記目標累積回数に到達した時に、前記告知手段は、前記告知信号とは異なる告知信号を発生し、さらに前記運動累積回数を 0 に戻すことを特徴とする。

この構成によれば、適正な運動強度、あるいは、適正な運動強度かつ適正な運動周期となる運動動作の回数を累積し、その回数が目標累積回数（以下、基準運動回数と称する）に到達したときに、それまでの告知信号とは異なる告知信号を発生するため、複数回の運動動作を 1 セットとするような反復運動（例えば、腹筋、背筋、スクワットなどの筋力運動）において、セット毎の終了の合図として利用できる。

#### 【 0 0 1 6 】

更にまた、前記体動検出手段は、加速度センサ、圧力センサ、及び速度センサの内のいずれかを備えることを特徴とする。

#### 【 0 0 1 7 】

更にまた、利用者の反復運動に伴う体動を検出する体動検出手段と、前記体動検出手段の検出結果が所定の基準範囲内であるか否かを判定する判定手段と、前記判定手段による判定結果が前記所定の基準範囲内であった時に、その都度、告知信号を発生する告知手段と、前記利用者の生体反応を検出する生体反応検出手段と、前記生体反応検出手段の検出結果から前記基準範囲を算出する算出手段を備えることを特徴とする。

#### 【 0 0 1 8 】

この構成によれば、動作毎に適正な運動動作であるか否かの判定基準である基準範囲を、測定した生体反応情報に連動させて変化させることができる。例えば、生体情報を脈拍数とした場合、脈拍数が過度に高い時には運動強度の基準範囲を運動強度の弱い値に、脈拍数が過度に低い時には運動強度の基準範囲を運動強度の強い値に再設定することができる。このため、利用者の身体能力に応じた運

動動作の告知が可能となる。

【0 0 1 9】

更にまた、前記生体反応検出手段は前記利用者の脈波を検出する脈波検出手段と、前記体動検出手段の検出結果と前記脈波検出手段の検出結果とから、脈拍数を算出する脈拍数算出手段を備えることを特徴とする。

【0 0 2 0】

更にまた、前記判定結果が前記所定の基準範囲内であっても、前記脈拍数が、前記利用者が事前に設定した目標脈拍数の範囲外であった場合には、前記脈拍数が前記目標脈拍数の範囲内になるように前記所定の基準範囲を変更することを特徴とする。

この構成によれば、告知信号が連続して発生されるように歩行すれば、目標脈拍数の範囲を維持した反復運動を行うことができるため、脈拍数管理が重要となる心臓病リハビリなどに利用できる。

【0 0 2 1】

更にまた、前記脈拍数算出手段は、前記脈波検出手段と前記体動検出手段のそれぞれの検出信号を周波数分析し、前記周波数分析には F F T 処理 ( F a s t f o u r i e r t r a n s f o r m ) を用いることを特徴とする。

【0 0 2 2】

更にまた、前記告知信号は、アラームによる音、振動モータによる振動、及び L E D ( L i g h t E m i t t i n g D i o d e ) による光の内のいずれかであることを特徴とする。

【0 0 2 3】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。以下にあたっては、利用者が行う反復運動を歩行とし、腕装着型の装置である腕時計に本発明を適用した場合について説明する。

【0 0 2 4】

(実施例 1)

図 1 は、本発明の実施形態に係る腕装着型の体動検出装置の概観構成と共に、

使用の態様を示す図である。体動検出装置 1 は、腕時計構造を有する装置本体 100 を備えている。装置本体 100 には、腕時計における 12 時方向から利用者の腕に巻きつけて 6 時方向で固定されるリストバンド 101 が設けられており、装置本体 100 は、リストバンド 101 によって利用者の腕から着脱自在となっている。

#### 【0025】

装置本体 100 には、液晶表示部 102 が設けられており、この液晶表示部 102 には、図 2 に示すように、日付、現在時刻および利用者が歩いた歩数が表示されるようになっている。装置本体 100 の外周部の 2 時方向には、ボタンスイッチ 103 が設けられており、詳細については後述するが、このボタンスイッチ 103 の押下によって液晶表示部 102 の表示が切り替るようになっている。ボタンスイッチ 103 の他にも、装置本体 100 の外周部の 7 時方向には、ボタンスイッチ 104 が設けられており、また、11 時方向には、ボタンスイッチ 105 が設けられている。ボタンスイッチ 104、105 の各々は、利用者が各種情報を入力する際に用いられる。また、ボタンスイッチ 105 は、液晶表示部 102 が備える EL (Electro Luminescence) バックライトを点灯させるためにも用いられる。

#### 【0026】

図 3 は、体動検出装置 1 の機能的構成を示すブロック図である。同図において、CPU 110 は、体動検出装置 1 の各部の動作を制御するほか、各種演算処理を実行する。ROM 111 は、例えば EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM) などの書き換え可能なものであり、CPU 110 によって実行される制御プログラムや各種データを記憶する。RAM 112 は、CPU 110 のワークエリアとして用いられ、CPU 110 による演算結果や各種データを一時的に記憶する。RAM 112 が記憶するデータとしては、例えば、日付や歩数の計数値、利用者による入力値などがある。ここで、入力値とは、運動強度基準範囲の境界値である基準振幅レベル、運動周期基準範囲の境界値である基準周期、および、運動回数基準範囲の境界値である基準運動回数などといった適正動作判定の基準値となるものである。計時

回路 113 は、時刻を計時するものであり、計時結果を CPU 110 に出力する。入力部 114 は、上述したボタンスイッチ 103～105 に対応するものであり、利用者の各ボタン操作に応じた信号を CPU 110 に出力する。液晶表示部 102 は、上述したように各種情報を表示するものであり、CPU 110 の制御に従って画面表示を行う。アラーム発生部 115 は、CPU 110 からの指示に応じた音量のアラーム音を発生する。なお、アラーム発生部 115 は、音を発生する他にも、例えば振動モータを備え、CPU 110 からの指示に応じた強さの振動を発生するもの、あるいは、LED (Light Emitting Diode) を備え、CPU 110 からの指示によって発光するものであっても良い。

#### 【0027】

加速度センサユニット 107 は、利用者の体動たる歩行を検出するために設けられたものであり、歩行に伴う腕振り運動の加速度を検出する加速度センサを備えている。加速度センサは、装置本体 100 に内蔵されており、利用者が歩行に伴って腕を振ったときの加速度を検出し、加速度信号として加速度信号増幅回路 108 に出力する。加速度信号増幅回路 108 は、受け取った加速度信号を電圧値に変換して増幅し、図 4 に示す略正弦波 1160 として、矩形波変換回路 109 に出力する。

#### 【0028】

矩形波変換回路 109 は、加速度信号増幅回路 108 から出力された加速度信号を略矩形波に順次波形整形するものである。更に説明すると、図 4 に示すように、矩形波変換回路 109 は、加速度信号増幅回路 108 から出力された略正弦波 1160 の振幅値が所定の閾値 TH1 を越えた場合に、矩形波パルス 1161 を形成する。ここで、加速度信号の振幅値は、利用者の歩行に伴う腕振りの強度に連動しており、利用者の腕振りが強くなれば、それに応じて振幅値も大きくなる。そして、矩形波変換回路 109 は、矩形波パルス 1161 を形成する毎に、CPU 110 に歩行検出信号を出力する。CPU 110 は、矩形波変換回路 109 から歩行検出信号を受け取る毎に、アラーム発生部 115 を作動させ、利用者に対して予め定められた運動強度で歩行動作を行ったことを告知する。

**【 0 0 2 9 】**

即ち、利用者がある基準値以上の運動強度で腕振りをした場合に、その都度、アラーム音が発生するように設定されている。利用者が基準値以下の運動強度で腕振りをした場合にはアラーム音は発生しない。従って、利用者はアラーム音の有無を聞きながら腕振り（歩行）を行うことにより、基準値となる運動強度を体感することができると共に、アラーム音が連続して発生するように腕振り（歩行）を行なった場合、その基準値以上となる運動強度を維持した、高い運動効果の得られる歩行が可能となる。

**【 0 0 3 0 】**

また、CPU 1 1 0 は、歩行検出信号を受け取った回数、即ち、歩数を計数し、RAM 1 1 2 に記憶させる一方で、歩行検出信号たる矩形波パルス 1 1 6 1 の周期（秒）を累積することによって、歩行時間を算出し、RAM 1 1 2 に記憶させる。

**【 0 0 3 1 】**

矩形波変換回路 1 0 9 が矩形波パルス 1 1 6 1 を形成するときの閾値 TH 1 は、例えば、入力部 1 1 4 から入力される運動強度基準範囲の境界値である基準振幅レベルによって任意の値に設定可能となっている。ここで、基準振幅レベルは、歩行に伴う腕振りの加速度を、複数の日本人について測定した結果から統計的に算出したものであり、閾値 TH 1 と対応付けられている。より具体的には、これらの測定結果から、加速度信号の振幅の平均値 A と標準偏差  $\sigma$  を求め、（式 1）に示すように、この平均値 A に 2 倍の標準偏差  $\sigma$  を加算した値を「強め」の基準振幅レベル、（式 2）に示すように、平均値 A から標準偏差  $\sigma$  を減算した値を「普通」の基準振幅レベル、（式 3）に示すように、平均値 A から 2 倍の標準偏差  $\sigma$  を減算した値を「弱め」の基準振幅レベルとする。

「強め」の基準振幅レベル＝平均値 A ＋（2 × 標準偏差  $\sigma$ ）・・・（式 1）

「普通」の基準振幅レベル＝平均値 A － 標準偏差  $\sigma$ ・・・（式 2）

「弱め」の基準振幅レベル＝平均値 A －（2 × 標準偏差  $\sigma$ ）・・・（式 3）

**【 0 0 3 2 】**

入力の際には、「強め」、「普通」および「弱め」などの選択肢の中から、利

用者の好みに合わせて入力できるようになっている。この基準振幅レベルの入力については、後で詳しく説明する。

尚、基準振幅レベルについては、レベル 1、2、3 ---、10 など、任意の複数の振幅レベルに設定することも可能である。

#### 【0033】

CPU110は、上述したように、略正弦波1160の振幅値が所定の閾値TH1を越えるか否か、即ち、適正な運動強度であるか否かの判定によってアラーム発生部115を作動させているが、これに加えて、適正な運動周期（即ち、適正な運動速度）であるか否かの判定を行い、両者が肯定となった時にアラーム発生部115を作動させることも可能である。

#### 【0034】

より具体的には、図4に示すように、矩形波変換回路109から出力される矩形波パルス1161について、ある1つのパルスの立ち上がりから、次のパルスの立ち上がりまでの周期T1が、予め定められた時間範囲内（以下、基準周期と称する）であれば、歩行検出信号であると判定し、アラーム発生部115を作動させ、利用者に対して予め定められた歩行強度と歩行速度で歩行を行ったことを告知する。これにより、利用者が連続してアラーム音が発生するように運動を行った場合、適正な歩行強度と歩行速度を維持した、より高い運動効果を得られる歩行が可能となる。

#### 【0035】

ここで、周期T1は、利用者の歩行に伴う腕振り1回に掛かる時間、即ち、歩行1歩に掛かる時間に相当する。更に説明すると、周期T1が長い場合には、歩行ピッチ数（歩/min）が少なくなり、周期T1が短い場合には、歩行ピッチ数が多くなる。従って、基準周期によって周期T1を規定することは、周期T1が、基準周期未満となる速過ぎる歩行と、基準周期超過となる遅過ぎる歩行を排除でき、より正確な歩行動作を利用者へ告知することができる。

#### 【0036】

尚、CPU110が歩行検出信号を判定するときの基準周期は、入力部114から入力される歩行ピッチ数（歩/min）によって任意の値に設定可能である。

ここで、CPU 1 1 0 は、(式 4) に示すように、入力された歩行ピッチ数から、基準周期を算出し、RAM 1 1 2 に記憶させる。

基準周期 (sec) = 6 0 / 歩行ピッチ数 (歩/min) . . . (式 4)

#### 【0 0 3 7】

更にまた、CPU 1 1 0 は、アラーム発生部 1 1 5 を作動させた回数、即ち、適正な歩行動作を行った回数を計数し、予め定められた回数 (基準運動回数) となった時に、それまでの歩行検出の告知音とは異なる音色でアラーム発生部 1 1 5 を作動させ、アラーム発生部 1 1 5 を作動させた回数を 0 に初期化する処理を繰り返す。これにより利用者は、運動強度および運動速度の確認に加えて、複数回の運動動作を 1 セットとするような反復運動 (例えば、腹筋、背筋、スクワットなどの筋力運動) において、セット毎の終了の合図として利用できる。

#### 【0 0 3 8】

次に、体動検出装置 1 が使用されるときに具体的動作について詳述する。利用者は、体動検出装置 1 を初めて使用する場合に、先ず、日付および現在時刻の設定を行う。次に CPU 1 1 0 がアラーム発生部 1 1 5 を作動させるときの判定条件となる歩行強度 (即ち、基準振幅レベル)、歩行ピッチ数 (即ち、基準周期) および歩数 (即ち、基準運動回数) の設定などを行う。具体的には、図 1 2 に示すように、日付、時刻および 1 日の総歩数が示されている標準画面 S T 1 が液晶表示部 1 0 2 に表示されている状態において、利用者がボタンスイッチ 1 0 3 を所定時間 (例えば 3 秒間など) 押下し続けると、CPU 1 1 0 が係る操作を検知して、時刻設定を行う旨を利用者に通知する時刻設定通知画面 S T 2 を液晶表示部 1 0 2 に表示させる。続いて、利用者がボタンスイッチ 1 0 3 を押下すると、CPU 1 1 0 は、時刻設定画面 S T 3 を液晶表示部 1 0 2 に表示させる。ここで、時刻設定通知画面 S T 2 にあっては、利用者が次に行うべき動作を把握しやすくするために、コントラストの強い反転表示がなされている。また、以下に説明する各通知画面にあっても、同様の理由から反転表示がなされている。

#### 【0 0 3 9】

さて、時刻設定画面 S T 3 にあたっては、設定対象となる数字が反転表示されている (図示例では、秒が設定対象)。時刻設定画面 S T 3 が最初に表示された

ときには、日付の年が最初の設定対象として反転されるようになっており、利用者は、日付、時刻の順で設定するようになっている。設定対象の数値変更は、利用者がボタンスイッチ 1 0 4、1 0 5 の各々を押下することにより行われる。具体的には、CPU 1 1 0 は、ボタンスイッチ 1 0 4 が押下される毎に、設定対象の数値を減少させる一方、ボタンスイッチ 1 0 5 が押下される毎に、設定対象の数値を増加させる。そして、利用者がボタンスイッチ 1 0 3 を押下すると、CPU 1 1 0 は、次の設定対象を反転表示させる。このようにして、利用者によって日付の年から現在時刻の秒まで順次設定される。

#### 【 0 0 4 0 】

そして、時刻設定画面 S T 3 における最後の設定対象（図示例では、秒）が反転表示された状態において、利用者がボタンスイッチ 1 0 3 を押下すると、CPU 1 1 0 は、修正された日付および現在時刻を R A M 1 1 2 に記憶させる。次で、CPU 1 1 0 は、個人情報の入力を利用者に促すべく、液晶表示部 1 0 2 に個人情報設定通知画面 S T 4 を表示させる。ここで、利用者がボタンスイッチ 1 0 3 を押下すると、CPU 1 1 0 は、個人情報設定画面 S T 5 を液晶表示部 1 0 2 に表示させる。

#### 【 0 0 4 1 】

個人情報設定画面 S T 5 にあたっては、利用者の個人情報として、身長および体重が設定される。各設定対象の設定は、時刻設定画面 S T 3 において説明した手順と同様にして行われる。そして、個人情報設定画面 S T 5 における最後の設定対象（図示例では、身長）が反転表示されている状態において、利用者がボタンスイッチ 1 0 3 を押下すると、CPU 1 1 0 は、設定された個人情報（身長および体重）を R A M 1 1 2 に記憶させる一方で、歩行強度（即ち、基準振幅レベル）の入力を利用者に促すべく、液晶表示部 1 0 2 に歩行強度設定通知画面 S T 6 を表示させる。ここで、利用者がボタンスイッチ 1 0 3 を押下すると、CPU 1 1 0 は、歩行強度設定画面 S T 7 を液晶表示部 1 0 2 に表示させる。

#### 【 0 0 4 2 】

歩行強度設定画面 S T 7 にあたっては、上述したように、CPU 1 1 0 がアラーム発生部 1 1 5 を作動させるか否かを判定するときの、判定条件たる歩行強度



(即ち、基準振幅レベル) の設定を行う。歩行強度は、上述したように、強め、普通、弱めの内、いずれか1つの項目が選択され、選択された項目は反転表示される(図示例では、普通が選択されている)。歩行強度設定画面ST7が最初に表示されたときには、歩行強度の普通が選択された項目として反転表示されている。歩行強度の選択は、利用者がボタンスイッチ104、105の各々を押下することにより行われる。

#### 【0043】

そして、利用者がボタンスイッチ103を押下すると、CPU110は、選択された歩行強度をRAM112に記憶させる。次で、CPU110は、歩行ピッチ数(即ち、基準周期)の入力を利用者に促すべく、液晶表示部102に歩行ピッチ数設定通知画面ST8を表示させる。ここで、利用者がボタンスイッチ103を押下すると、CPU110は、歩行ピッチ数設定画面ST9-0を液晶表示部102に表示させる。

#### 【0044】

歩行ピッチ数設定画面ST9-0にあたっては、上述したように、CPU110がアラーム発生部115を作動させるか否かを判定するときの判定条件たる歩行ピッチ数(即ち、基準周期)の設定を行う。歩行ピッチ数の設定では、先ず、アラーム音発生の判定条件として、歩行ピッチ数を用いるか否かの選択をON/OFFで設定する。この設定対象となるON/OFFは、反転表示されており、利用者がボタンスイッチ105を押下する毎に、CPU110は、ON/OFFの表示を交互に切り替える。

#### 【0045】

選択された項目としてONが反転表示されているときに、利用者がボタンスイッチ103を押下すると、CPU110は、歩行ピッチ数設定画面ST9-1を液晶表示部102に表示させる。歩行ピッチ数設定画面ST9-1にあたっては、歩行ピッチ数の下限値と上限値の設定を行う。歩行ピッチ数設定画面ST9-1が最初に表示されたときには、設定対象として歩行ピッチ数の下限値が反転表示されている。設定対象の数値変更は、時刻設定画面ST3において説明した手順と同様にして行われる。そして、設定対象として歩行ピッチ数の上限値が反転

表示されている状態で、利用者がボタンスイッチ 103 を押下すると、CPU 110 は、歩行ピッチ数の設定が ON であることと、歩行ピッチ数の下限値および上限値を RAM 112 に記憶させる。

#### 【0046】

一方、選択された項目として OFF が反転表示されているときに、利用者がボタンスイッチ 103 を押下すると、CPU 110 は、歩行ピッチ数の設定が OFF であることを RAM 112 に記憶させる。

#### 【0047】

このように、CPU 110 は、歩行ピッチ数の設定を RAM 112 に記憶させた後、歩数（即ち、基準運動回数）の入力を利用者に促すべく、液晶表示部 102 に歩数設定通知画面 ST 10 を表示させる。ここで、利用者がボタンスイッチ 103 を押下すると、CPU 110 は、歩数設定画面 ST 11-0 を液晶表示部 102 に表示させる。

#### 【0048】

歩数設定画面 ST 11-0 にあたっては、上述したように、CPU 110 が、それまでの歩行検出の告知音とは異なる音色でアラーム発生部 115 を作動させるか否かを判定するときの、判定条件たる歩数（即ち、基準運動回数）の設定と、アラーム音の ON/OFF の設定を行う。歩数の設定では、歩行ピッチ数設定画面 ST 9-0 および ST 9-1 において説明した手順と同様にして行われる。そして、設定対象たる歩数が反転表示されている状態において、利用者がボタンスイッチ 103 を押下すると、CPU 110 は、歩数の設定を RAM 112 に記憶させた後、次の設定対象としてアラーム音の ON/OFF を反転表示させる。

#### 【0049】

アラーム音の設定では、利用者がボタンスイッチ 105 を押下する毎に、CPU 110 は、ON/OFF の表示を交互に切り替える。アラーム音が OFF に設定されたときには、CPU 110 は、アラーム発生部 115 を作動させないため、利用者が歩く毎に適正な歩行動作であるか否かを確認することはできないが、歩数は計数されているため、一般的な、万歩計（登録商標）機能付き腕時計として利用できる。

**【0050】**

次いで、アラーム音の設定において、利用者がボタンスイッチ103を押下すると、CPU110は、アラーム音のON/OFFをRAM112に記憶させた後、利用者に設定が全て完了したこと通知すべく、液晶表示部102に設定終了通知画面ST12を表示させる。そして、利用者がボタンスイッチ103を押下すると、CPU110は、標準画面ST1を液晶表示部102に表示させ、これにより、各種情報の設定が完了する。

**【0051】**

さて、体動検出装置1を用いて、歩く毎に適正な歩行動作であるか否かを告知させる場合、利用者は、標準画面ST1が液晶表示部102に表示されている状態において、歩行を行う。このとき、矩形波回路109から出力される歩行に伴う腕振りの加速度信号と、先ほど説明した歩行強度設定画面、歩行ピッチ数設定画面および歩数設定画面において設定した値から、CPU110は、アラーム発生部115を作動させるか否かを判定し、利用者に適正な歩行動作を行ったかどうかを告知する。更に、CPU110は、歩数を計数してRAM112に記憶させると共に、標準画面ST1の1日当りの総歩数表示を更新する。

**【0052】**

利用者が、RAM112に記憶された1日当たりの総歩行時間、総歩数および総運動量などの各種情報を液晶表示部102に表示させる場合には、標準画面ST1が表示された状態において、ボタンスイッチ104を押下する。CPU110は、係る操作を検知すると、図13に示すように、測定結果として表示すべき日付の選択を促す日付選択画面ST20を表示させる。日付選択画面ST20にあたっては、選択された日付が反転表示されており、日付の選択にはボタンスイッチ105を押下する。

**【0053】**

さて、利用者がボタンスイッチ105を押下して日付を選択し、ボタンスイッチ104を押下すると、CPU110は、測定結果を表示する旨を通知する結果表示通知画面ST21を液晶表示部102に表示させる。ここで、利用者が、ボタンスイッチ104を押下すると、CPU110は、1日の活動量表示画面ST

22を液晶表示部102に表示させる。

#### 【0054】

1日の活動量表示画面ST22にあたっては、先ほど選択した日付の1日の活動量、即ち、1日当たりの総歩行時間、総歩数および総運動量が表示される。そして、1日の活動量表示画面ST22が液晶表示部102に表示されている状態において、利用者がボタンスイッチ104を押下すると、CPU110は、結果表示終了通知画面ST23を液晶表示部102に表示させる。ここで、利用者が、ボタンスイッチ104を押下すると、CPU110は、標準画面ST1を液晶表示部102に表示させ、各種測定結果の表示を終了する。

#### 【0055】

なお、上述した運動量は、(式5)から求められる。

運動量 (kcal)  $\div$  METS  $\times$  体重 (kg)  $\times$  運動時間 (hour)  $\cdots$  (式5)

#### 【0056】

ここで、METS (Metabolic equivalents) は、運動量が安静時のエネルギー消費量の何倍に相当するかを示した指数である。METSは、米国スポーツ医学会 (ACSM) によって発表されたもので、運動の強さを計る単位として一般化されている。詳細には、METSは、安静時の酸素摂取量を3.5ml/kg/minとしたときの、運動時の酸素摂取量との比を示している。なお、METSとエネルギー消費量の間には、(式6)の関係が成り立っている。

1 METS  $\div$  1 kcal/kg/hour  $\cdots$  (式6)

#### 【0057】

このMETSは、歩行速度 (m/min) から求められ、ACSMから発表されているMETSと歩行速度との対応関係を簡易に計算しやすいように換算した値が図9である。従って、運動時の歩行速度を求めることにより、運動時のMETSが特定され、そして、運動量が求められる。歩行速度は(式7)から求められる。

歩行速度 (m/min) = 歩幅 (m)  $\times$  歩数 / 歩行時間 (min)  $\cdots$  (式7)

歩幅 (cm)  $\div$  身長 (cm) - 100 (cm)  $\cdots$  (式8)

#### 【0058】

(式 8) の歩行速度は、単位歩行時間当たりの歩行距離であり、この歩行距離は、歩幅と歩数の乗算から算出される。なお、歩幅は歩いたときの両足のかかとからかかとまでの距離のことである。また、(式 8) 簡易的な算出方法であり、成人が通常歩行をする場合に適用される。より精度が高い運動消費量の算出を行う場合には、利用者により正確な歩幅が入力される事が好ましい。

#### 【0059】

従って、(式 8) より、利用者によって設定された身長から歩幅が求められ、更に、この歩幅と、測定された運動時歩数と運動時間から(式 7) により、歩行速度が求められる。そして、図 9 に示す METS と歩行速度との対応関係から運動時の METS が特定され、(式 5) により、運動量が求められる。CPU 110 は、このようにして運動量を算出して、この運動量を含む測定結果を RAM 112 に記憶させる。

#### 【0060】

(実施例 2)

次に、上述した実施形態に係る体動検出装置 1 に、生体情報測定機能を加えた腕装着型の体動検出装置の実施形態について詳述する。以下にあたっては、特に、体動検出装置 1 に新たに加える生体情報測定機能およびその形態に焦点を絞って説明する。

#### 【0061】

図 6 は、図 1 に示した体動検出装置 1 に、生体情報測定機能を加えた腕装着型の体動検出装置の概観構成と共に、使用の態様を示す図である。勿論、体動検出装置 2 は、上述した体動検出装置 1 の機能を全て備えている。

#### 【0062】

図 6 に示すように、装置本体 100 の表面(液晶表示部 102 が設けられた面)には、開始・終了ボタン 106 が設けられている。この開始・終了ボタン 106 は、利用者が運動時に当該体動検出装置 1 に対して、体動情報たる歩数と生体情報たる脈拍数の測定の開始および終了を指示するために用いられる。更に、装置本体 100 の 6 時方向の外周部には、コネクタ部 124 が設けられている。このコネクタ部 124 には、コネクタピース 123 が着脱自在に取り付けられてい

る。コネクタピース 1 2 3 には、ケーブル 1 2 0 の一端が接続されている。一方、ケーブル 1 2 0 の他端には、利用者の脈拍数を測定するための脈波センサユニット 1 2 1 が接続されている。脈波センサユニット 1 2 1 は、センサ用固定バンド 1 2 2 によって、利用者の指の根元に固定されている。この構成において、コネクタピース 1 2 3 がコネクタ部 1 2 4 と着脱自在になっているため、利用者がコネクタピース 1 2 3 をコネクタ部 1 2 4 から外すことにより、本装置を実施例 1 に記載した体動検出装置 1 または腕時計としても利用できるようになっている。

#### 【 0 0 6 3 】

更に、体動検出装置 2 では、コネクタ部 1 2 4 を保護する目的から、ケーブル 1 2 0 と脈波センサユニット 1 2 1 をコネクタ部 1 2 4 から外した状態では、所定のコネクタカバー（不図示）を装着するようになっている。コネクタカバーとしては、コネクタピース 1 2 3 と同様に構成された部品から電極部などを除いたものが用いられる。このように構成されたコネクタ構造によれば、コネクタ部 1 2 4 が利用者から見て手前側に配置されることになり、利用者にとって操作が簡単になる。また、コネクタ部 1 2 4 が装置本体 1 0 0 から腕時計の 3 時方向に突出することのない構造となっており、利用者の手の甲がコネクタ部 1 2 4 に接触することがない、即ち、利用者の手首の動きを規制することがないようになっている。

#### 【 0 0 6 4 】

図 7 は、体動検出装置 2 の機能的構成を示すブロック図である。同図は、図 2 に示した体動検出装置 1 の機能構成に、利用者の脈拍数を測定するための機能として、脈波センサユニット 1 2 1、脈波信号増幅回路 1 2 5、A/D 変換回路 1 2 6 および周波数分析回路 1 2 7 が追加されている。

#### 【 0 0 6 5 】

脈波センサユニット 1 2 1 は、上述したように、利用者の生体反応たる脈波を検出し、脈波信号として脈波信号増幅回路 1 2 5 に出力するものである。より具体的に説明すると、図 8 に示すように、脈波センサユニット 1 2 1 は、ケース本体としてのセンサ枠 1 2 1 0 を備えている。このセンサ枠 1 2 1 0 の内側には、

LED 1211とフォトトランジスタ1212と回路基板1213が設けられている。LED 1211の光放射方向には、ガラス板などから形成される透過板1214が設けられており、この透過板1214と対向するように回路基板1213が配置されている。この構成の下、LED 1211から放射された光は、利用者の皮膚下の血管を介して反射され、フォトトランジスタ1212にて受光される。そして、このフォトトランジスタ1212にて光電変換された結果、脈波検出信号が得られ、回路基板1213に接続されたケーブル120を介して装置本体100に内蔵された脈波信号増幅回路125に出力される。なお、脈波センサユニット121への電力供給は、装置本体100に内蔵された電池（不図示）からケーブル120を介して行われる。

#### 【0066】

脈波信号増幅回路125は、脈波センサユニット121からの脈波信号を増幅してA/D変換回路126に出力する。A/D変換回路126は、CPU110から制御信号が入力されている間だけ、受け取った脈波信号をアナログ/デジタル変換して、周波数分析回路127に出力する。更に説明すると、CPU110は、A/D変換回路126を動作させる場合に、制御信号をA/D変換回路126に出力する。即ち、CPU110がA/D変換回路126に制御信号を出力しなければ、脈波信号増幅回路125からの脈波信号は、このA/D変換回路126にて破棄されることとなる。周波数分析回路127は、デジタル信号に変換された脈波信号を一定期間取り込んで、FFT（高速フーリエ変換）処理を実行することにより脈波信号の周波数成分を算出し、脈波スペクトル信号fmgとしてCPU110に出力する。

#### 【0067】

加速度センサユニット107は、上述したように、利用者の体動たる歩行を検出し、加速度信号として加速度信号増幅回路108に出力するものである。加速度信号増幅回路108は、上述したように、受け取った加速度信号を増幅して、矩形波変換回路109に出力すると共に、A/D変換回路126にも出力する。A/D変換回路126は、上述したように、CPU110から制御信号が入力されている間だけ、受け取った加速度信号をアナログ/デジタル変換して、周波数

分析回路 127 に出力する。より詳細には、A/D 変換回路 126 は、脈波信号増幅回路 125 からの脈波信号と加速度信号増幅回路 108 からの加速度信号を一定時間毎に交互に受け取って（即ち、時分割）周波数分析回路 127 に出力する。周波数分析回路 127 は、デジタル信号に変換された加速度信号を一定期間取り込んで、FFT 処理を実行することにより加速度信号の周波数成分を算出し、加速度スペクトル信号  $fsg$  として CPU 110 に出力する。

#### 【0068】

このように、CPU 110 には、周波数分析回路 127 から出力された脈波スペクトル信号  $fmg$  と加速度スペクトル信号  $fsg$  の各々が交互に入力されることとなる。CPU 110 は受け取った脈波スペクトル信号  $fmg$  と加速度スペクトル信号  $fsg$  とから脈波を算出して、脈拍数を求める。

#### 【0069】

より詳細に説明すると、脈拍数の測定は、利用者が開始・終了ボタン 106 を押下することで開始され、図 10 に示す割り込み処理を実行する。同図に示すように、CPU 110 は、周波数分析回路 127 から信号を得るために、制御信号を A/D 変換回路 126 に出力して、停止状態の A/D 変換回路 126 を動作させる（ステップ S1）。これにより、A/D 変換回路 126 からデジタル信号に変換された脈波信号と加速度信号とが周波数分析回路 127 に出力される。周波数分析回路 127 は、デジタル信号に変換された脈波信号および加速度信号の各々を一定期間取り込んで、FFT 処理を実行し、脈波スペクトル信号  $fmg$  と加速度スペクトル信号  $fsg$  を CPU 110 に出力する。

#### 【0070】

CPU 110 は、脈波スペクトル信号  $fmg$  と加速度スペクトル信号  $fsg$  とを受け取ると、脈拍数を算出すべく、脈波成分を抽出する。即ち、CPU 110 は、脈波スペクトル信号  $fmg$  から加速度スペクトル信号  $fsg$  を減算して減算スペクトル信号  $fM$  を算出する（ステップ S2）。ここで、脈波スペクトル信号  $fmg$  から加速度スペクトル信号  $fsg$  を減算するのは、次の理由による。即ち、図 11（a）に示すように、運動中に検出される脈波スペクトル  $fmg$  には、体動（即ち、腕の動き）に応じた周波数成分である加速度スペクトル信号  $fsg$



(図11(b)参照)が含まれており、この加速度スペクトル信号  $f_{sg}$  を除去するために、脈波スペクトル信号  $f_{mg}$  から加速度スペクトル信号  $f_{sg}$  を減算するのである。

#### 【0071】

次いで、CPU110は、図11(c)に示すように、減算スペクトル  $f_M$  に含まれる周波数成分のうち、脈波に相当する周波数として、パワーが最大である最大周波数  $f_{Mmax}$  を求める(ステップS3)。このようにして脈波( $f_{Mmax}$ )が求められた後、CPU110は、ステップS3にて求めた最大周波数  $f_{Mmax}$  (即ち、脈波)を(式7)に代入して脈拍数(拍/分)を算出する(ステップS4)。

脈拍数(拍/分) = 最大周波数  $f_{Mmax}$  (Hz)  $\times 60 \cdots$  (式7)

#### 【0072】

次に、CPU110は、利用者が脈拍数の測定を終了させるべく、開始・終了ボタン106を押下したか否かを判定する(ステップS5)。この判定結果がNOであれば、CPU110は、引き続き脈拍数の測定を行うべく、処理手順をステップS1に戻す。一方、ステップS5における判定結果がYESである場合、CPU110は、A/D変換回路126への制御信号の出力を停止して(ステップS6)、A/D変換回路126の動作を停止させる。

#### 【0073】

次に、体動検出装置2が使用されるときにの具体的動作について詳述する。利用者は、体動検出装置2を初めて使用する場合、体動検出装置1と同様に、先ず、日付および現在時刻の設定を行い、次いでCPU110がアラーム発生部115を作動させるときの判定条件となる歩行強度(即ち、基準振幅レベル)、歩行ピッチ数(即ち、基準周期)、歩数(即ち、基準運動回数)およびアラームのON/OFFの設定などを行う。体動検出装置2では、図12で示した歩数設定画面ST11-1で、歩数とアラームの設定を行った後、図15に示すように、目標脈拍数の入力を促すべく、液晶表示部102に目標脈拍数設定通知画面ST40を表示させる。ここで、利用者がボタンスイッチ103を押下すると、CPU110は、目標脈拍数設定画面ST41-0を液晶表示部102に表示させる。

**【 0 0 7 4 】**

目標脈拍数設定画面 S T 4 1 - 0 および S T 4 1 - 1 にあたっては、利用者が歩行中に目標とする脈拍数の設定を行い、この目標脈拍数と歩行中の脈拍数によって、アラーム発生部 1 1 5 を作動させるか否かを判定するときの判定条件たる歩行強度（即ち、基準振幅レベル）、および、歩行ピッチ数（即ち、基準周期）を変動させる。より、具体的には、歩行中の脈拍数が目標脈拍数 + 1 0 拍以上のとき、C P U 1 1 0 は過度の運動負荷であると判定し、歩行強度を 1 段階下げる。あるいは、歩行ピッチ数の上限値および下限値を 5（歩／分）下げる。逆に、歩行中の脈拍数が目標脈拍数 - 1 0 拍以下のとき、C P U 1 1 0 は運動負荷が不足していると判定し、歩行強度を 1 段階上げる、あるいは、歩行ピッチ数の上限値および下限値を 5（歩／分）上げる。これにより、アラーム音が連続して発生されるように歩行すれば、目標脈拍数 ± 1 0 拍の範囲を維持した歩行を行うことができるため、脈拍数管理が重要となる心臓病リハビリの歩行運動などに利用できる。

**【 0 0 7 5 】**

尚、歩行強度（即ち、基準振幅レベル）、および、歩行ピッチ数（即ち、基準周期）を変動させるか否かに基準範囲となる目標脈拍数 ± 1 0 拍については、目標脈拍数 ± 5 拍、目標脈拍数 ± 1 5 拍など、任意の脈拍数範囲に設定することも可能である。

**【 0 0 7 6 】**

目標脈拍数の設定においては、歩行ピッチ数設定画面 S T 9 - 0 および S T 9 - 1 において説明した手順と同様にして行われる。そして、目標脈拍数設定画面 S T 4 1 - 0 あるいは S T 4 1 - 1 において、利用者がボタンスイッチ 1 0 3 を押下すると、C P U 1 1 0 は、目標脈拍数の設定を R A M 1 1 2 に記憶させた後、利用者に設定が全て完了したこと通知すべく、液晶表示部 1 0 2 に設定終了通知画面 S T 1 2（図 1 2 参照）を表示させる。そして、利用者がボタンスイッチ 1 0 3 を押下すると、C P U 1 1 0 は、標準画面 S T 1 を液晶表示部 1 0 2 に表示させ、これにより、各種情報の設定が完了する。

**【 0 0 7 7 】**

さて、体動検出装置 2 を用いて、歩く毎に適正な歩行動作であるか否かを告知させる場合、体動検出装置 1 と同様に、利用者は、標準画面 S T 1 が液晶表示部 102 に表示されている状態で歩行を行う。このとき、上述したように、矩形波変換回路 109 から出力される歩行に伴う腕振りの加速度信号と、歩行強度設定画面、歩行ピッチ数設定画面および歩数設定画面において設定した値から、CPU 110 は、アラーム発生部 115 を作動させるか否かを判定し、利用者に適正な歩行動作を行ったかどうかを告知する。次いで、上述したように、CPU 110 は、歩数を計数して RAM 112 に記憶させると共に、標準画面 S T 1 の 1 日当りの総歩数表示を更新する。

#### 【0078】

更に、体動検出装置 2 において、利用者が運動時の脈拍数を測定させる場合、標準画面 S T 1 が液晶表示部 102 に表示されている状態において、開始・終了ボタン 106 を押下する。CPU 110 は、係る操作を検知すると、上述した割り込み処理（図 10 参照）を開始し、これにより脈拍数測定が開始される。ここで、CPU 110 は、周波数分析回路 127 から出力される脈拍数の変動幅が所定範囲内に収まるまで、図 14 に示すように、脈拍測定準備画面 S T 30 を液晶表示部 102 に表示させるようになっている。

#### 【0079】

そして、CPU 110 は、脈拍数の変動幅が所定範囲内に収まった後、利用者に対して脈拍数測定の指示を促す測定開始指示画面 S T 31 を液晶表示部 102 に表示させる。利用者が脈拍数測定を開始すべく、開始・終了ボタン 106 を押下すると、CPU 110 が係る操作を検知して、上述した割り込み処理を実行して測定した脈拍数および運動時歩数を示す測定画面 S T 32 を表示させる。

#### 【0080】

より、具体的に説明すると、この測定画面 S T 32 には、運動開始時からの経過時間を表示する経過時間表示領域 S T 32-1 と、脈拍数と運動時歩数の測定値を表示する測定値表示領域 S T 32-2 と、脈波波形を表示する脈波表示領域 S T 32-3 とが含まれている。測定値表示領域 S T 32-2 の上段側には、人が歩いていることを示すマークの右横に運動時歩数が表示され、下段側にはハー

トマークと共に脈拍数が表示されている。

#### 【0081】

次いで、利用者が歩行を止めて脈拍測定を終了させる場合には、開始・終了ボタン106を押下する。CPU110は、係る操作を検出すると、A/D変換回路126への出力を停止して、A/D変換回路126から周波数分析回路127への脈波信号と加速度信号の出力を停止させる。そして、CPU110は、測定結果をRAM112に記憶させる一方で、測定終了通知画面ST33を液晶表示部102に表示させる。測定終了通知画面ST33において、利用者が開始・終了ボタン106をもう一度押下すると、標準表示画面ST1を表示させる。ここで、標準表示画面ST1に表示される総歩数には、運動前の総歩数に運動時歩数が加算された値が示されるようになっている。

#### 【0082】

体動検出装置2において、利用者が、RAM112に記憶された1日当たりの総歩行時間、総歩数および総運動量などの各種情報を液晶表示部102に表示させる場合には、体動検出装置1において説明した手順（図13参照）と同様に、標準画面ST1が表示された状態において、ボタンスイッチ104を押下する。CPU110は、係る操作を検知すると、図16に示すように、測定結果として表示すべき日付の選択を促す日付選択画面ST20-1を表示させる。日付選択画面ST20-1にあたっては、選択された日付が反転表示されており、日付の選択には開始・終了ボタン106を押下する。ここで、同図において、日付選択画面ST20-1に示される「11月12日-1」および「11月12日-2」は、それぞれ11月12日の1回目および2回目の運動結果を示している。また、「11月12日-K」は、11月12日の1日分の運動回数を合計した結果を表示する事示している。

#### 【0083】

以下、体動検出装置1において説明した手順（図13参照）と同様に、結果表示通知画面ST21、活動量表示画面ST22および結果表示終了通知画面ST23を表示させ、標準画面ST1に戻る。

#### 【0084】

このように、本実施形態に係る体動検出装置 1 および体動検出装置 2 によれば、利用者は、適正な歩行動作となる運動強度（基準振幅レベル）、歩行ピッチ数（基準周期）および歩数（基準運動回数）などを予め設定しておくことによって、歩行毎に適正な歩行動作であるか否かを確認でき、併せて、適正な歩行動作を維持することができる。このため、利用者は、連続してアラーム音が発生されるように歩行すれば、高い運動効果を得ることができる。更に、体動検出装置 1 および体動検出装置 2 は、上述したように、適正な歩行動作で歩行した回数を計数し、その値を液晶表示部 102 に表示するため、万歩計（登録商標）としても利用できる。

#### 【0085】

また、体動検出装置 2 にあたっては、目標脈拍数と歩行中の脈拍数との間に一定以上の乖離があった場合には、アラーム発生部 115 を作動させるか否かを判定するときの判定条件たる歩行強度（基準振幅レベル）または歩行ピッチ数（基準周期）を変動させることができる。このため、利用者は、正常範囲内であることを知らせるアラーム音が連続して発生されるように歩行すれば、目標脈拍数±10 拍の範囲を維持した歩行を行うことができる。これにより、脈拍数管理が重要となる心臓病リハビリの歩行運動などにも利用できる。

#### 【0086】

##### <変形例>

上述した実施形態は、本発明の一態様を示すものであり、本発明の範囲内で任意に変更可能である。そこで以下に、各種の変形例を説明する。

#### 【0087】

##### （変形例 1）

上述した実施形態において、利用者の体動として歩行を検出し、その歩行が適正な歩行動作であった場合、利用者に適正な歩行動作を行ったことが告知される構成について例示した。しかしながら、これに限らず、例えば懸垂運動や腹筋運動、縄跳び運動などの同一動作を繰り返す反復運動であれば、その体動信号の振幅、周期および回数などによって、適正な運動動作であるか否かを判定し、利用者へ告知するようにしても良い。

## 【0088】

また、例えば、体動を検出するものとして、加速度センサユニット107を備える構成について例示したが、これに限らず、靴底などに加速度センサまたは圧力センサを備えることによって、利用者の歩行や走行などの体動を検出する構成であっても良い。また、速度センサによって、利用者の体動に伴う速度変化を検出する構成であっても良いし、高度計によって利用者の体動に伴う高度変化を検出する構成であっても良い。

## 【0089】

## (変形例2)

上述した実施形態において、利用者の腕に装着する腕装着型の体動検出装置について例示した。しかしながら、これに限らず、例えば、図1に示す体動検出装置1において、リストバンド101を伸縮自在なゴムバンドに変更することによって、利用者の足や頭に装着する構成にしても良い。また、装置本体100の裏面にクリップ機構を備え、一般的な腰装着型の万歩計（登録商標）と同様に、利用者の腰ベルトに装着する構成としても良い。

これにより、歩行や走行といった腕振りを伴う運動に限らず、足を曲げ伸ばしする自転車運動、頭部を上下する腹筋運動や背筋運動、腰を上下するスクワット運動などにも利用できる。

## 【0090】

## (変形例3)

上述した実施形態において、矩形波変換回路109が歩行検出信号たる矩形波パルス形成する場合、図4に示すように、閾値TH1を用いて歩行検出信号たる矩形波パルス1161を形成する構成について例示したが、これに限らず、図5に示すように、閾値TH2から閾値TH3までといった加速度の振幅値の範囲で設定しても良い。この場合、加速度信号増幅回路108からの加速度信号1170の振幅値が、閾値TH2および閾値TH3を越えたときに、矩形波変換回路109は、矩形波パルス1171および矩形波パルス1172を形成する。このとき、CPU110は、矩形波パルス1171を検出している間に、矩形波パルス1172が検出されなければ、矩形波パルス1171を歩行検出信号であると

判定する。つまり、矩形波パルス 1173 が歩行検出信号となる。矩形波変換回路 109 は、矩形波パルス 1173 を形成する毎に歩行検出信号を CPU 110 に出力する。そして、CPU 110 は、矩形波変換回路 109 から歩行検出信号を受け取る毎に、アラーム発生部 115 を作動させ、利用者に対して予め定められた歩行動作を行ったことを告知する。

これにより、歩行に伴う腕振りの加速度の振幅値が、閾値 TH2 未満となる弱過ぎる腕振りの歩行と、閾値 TH3 超過となる強過ぎる腕振りの歩行が排除され、より正確な歩行動作を利用者へ告知できる。

#### 【0091】

(変形例 4)

上述した実施形態において、CPU 110 が歩行検出信号を判定するときの判定条件たる基準周期を算出する場合に、利用者が入力した歩行ピッチ数から算出する構成について例示したが、これに限らず、入力部 114 に利用者が目標とする歩数と歩行時間 (min) を入力し、これらの入力値から基準周期を算出しても良い。

#### 【0092】

ここで、CPU 110 は、(式 9) に示すように、入力された歩数 (歩) と歩行時間 (min) から、単位時間当たりの歩数、即ち、歩行ピッチ数 (歩/min) を求め、この歩行ピッチ数を (式 4) に代入することにより基準周期を算出し、RAM 112 に記憶させる。

歩行ピッチ数 (歩/min) = 歩数 (歩) / 歩行時間 (min) . . . (式 9)

#### 【0093】

更に、CPU 110 が歩行検出信号を判定するときの判定条件たる基準周期を算出する場合には、入力部 114 に利用者が目標とする運動量 (kcal) と歩行時間 (min) 、および、利用者の個人情報 (身長、体重) を入力し、これらの入力値から基準周期を算出しても良い。

#### 【0094】

このときの基準周期の算出方法としては、まず、上述した (式 2) を式変形させることによって (式 10) が導き出される。この式に、入力された運動量、体

重および歩行時間を代入することによって、MET S (Metabolic equivalents) が求められる。

$$\text{MET S} \equiv \text{運動量 (kcal)} / \text{体重 (kg)} / \text{歩行時間 (hour)} \cdots (\text{式 } 10)$$

#### 【0095】

このMET Sと、MET Sと歩行速度との対応関係を簡易に計算しやすいように換算した図9から、歩行速度が特定される。歩行速度は、(式10)に示すように、単位歩行時間当たりの歩行距離であり、この歩行距離は、歩幅と歩数の乗算から算出される。

従って、(式7)から導かれるように、歩行速度を歩幅で除算することにより、単位時間当たりの歩数、即ち、歩行ピッチ数(歩/min)が求められる。そして、この歩行ピッチ数を(式4)に代入することにより基準周期が算出される。CPU110は、このようにして基準周期を算出し、求めた基準周期をRAM112に記憶させる。

#### 【0096】

(変形例5)

上述した実施例において、体動検出装置2の脈波センサユニット121によって、利用者の脈拍数を求める構成について説明したが、これに限らず、圧力センサによって、血管の収縮による圧力の変動を検出し、この圧力変動信号から脈拍数を求める構成であっても良い。更にまた、超音波センサによって、脈拍に伴う血流量の変動を検出し、この血流量変動信号から脈拍数を求める構成であっても良い。

#### 【0097】

(変形例6)

上述した実施例において、体動検出装置2の脈波センサユニット121によって利用者の脈拍数を求め、その脈拍数が、利用者の設定した目標脈拍数の範囲外であった場合には、目標脈拍数の範囲内になるように運動動作の基準範囲を変更する構成について説明したが、これに限らず、圧力センサによる血圧値、光学センサによる血中酸素濃度、発汗センサによる発汗量などの運動に伴う生体反応情報を求め、これらの測定値と、利用者の設定した目標値の範囲から運動動作の基



準範囲を変更する構成であっても良い。

【0098】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、歩行や走行などの反復運動において、動作毎に適正な運動動作であることを利用者へ告知することにより、利用者は適正な運動動作であることを確認しながら運動することができ、併せて、運動動作を適正な範囲内に維持しながら運動することができる体動検出装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施形態に係る体動検出装置の概念構成と共に、使用の様態を示す図である。

【図2】 同体動検出装置の液晶表示の一例を示す図である。

【図3】 同体動検出装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図4】 同矩形波回路の動作を説明するための図である。

【図5】 同矩形波回路の動作を説明するための図である。

【図6】 同体動検出装置に生体情報検出手段を加えた装置の概念構成と共に、使用の様態を示す図である。

【図7】 同体動検出装置に生体情報検出手段を加えた装置の機能的構成を示すブロック図である。

【図8】 同脈波センサユニットの構成を示す側断面図である。

【図9】 同ME T Sと歩行速度との対応関係を示す図である。

【図10】 同C P Uによって実行される割り込み処理の手順を示すフローチャートである。

【図11】 (a) 脈波スペクトル信号を示す図である。(b) 加速度スペクトル信号を示す図である。(c) 脈波スペクトルから加速度スペクトル信号を差し引いた図である。

【図12】 同表示画面の遷移を示す図である。

【図13】 同表示画面の遷移を示す図である。

【図14】 同表示画面の遷移を示す図である。

【図 1 5】 同表示画面の遷移を示す図である。

【図 1 6】 同表示画面を示す図である。

【符号の説明】

1 …体動検出装置 1

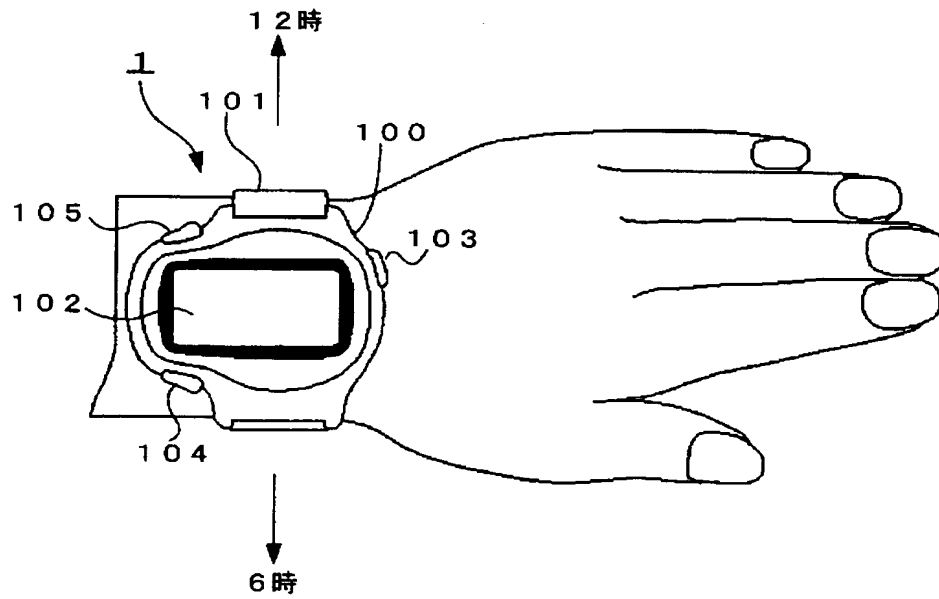
2 …体動検出装置 2

1 1 1 …R O M

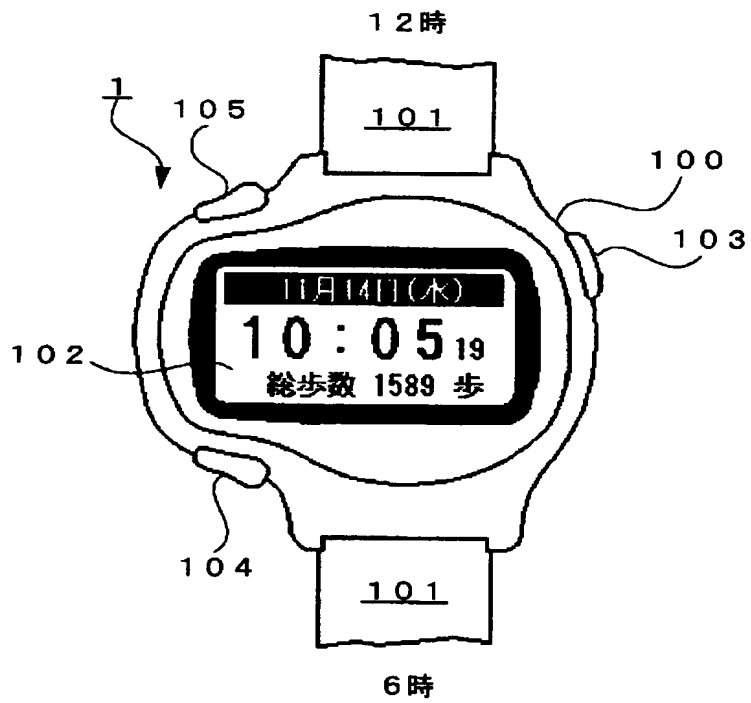
1 1 3 …計時回路

【書類名】 図面

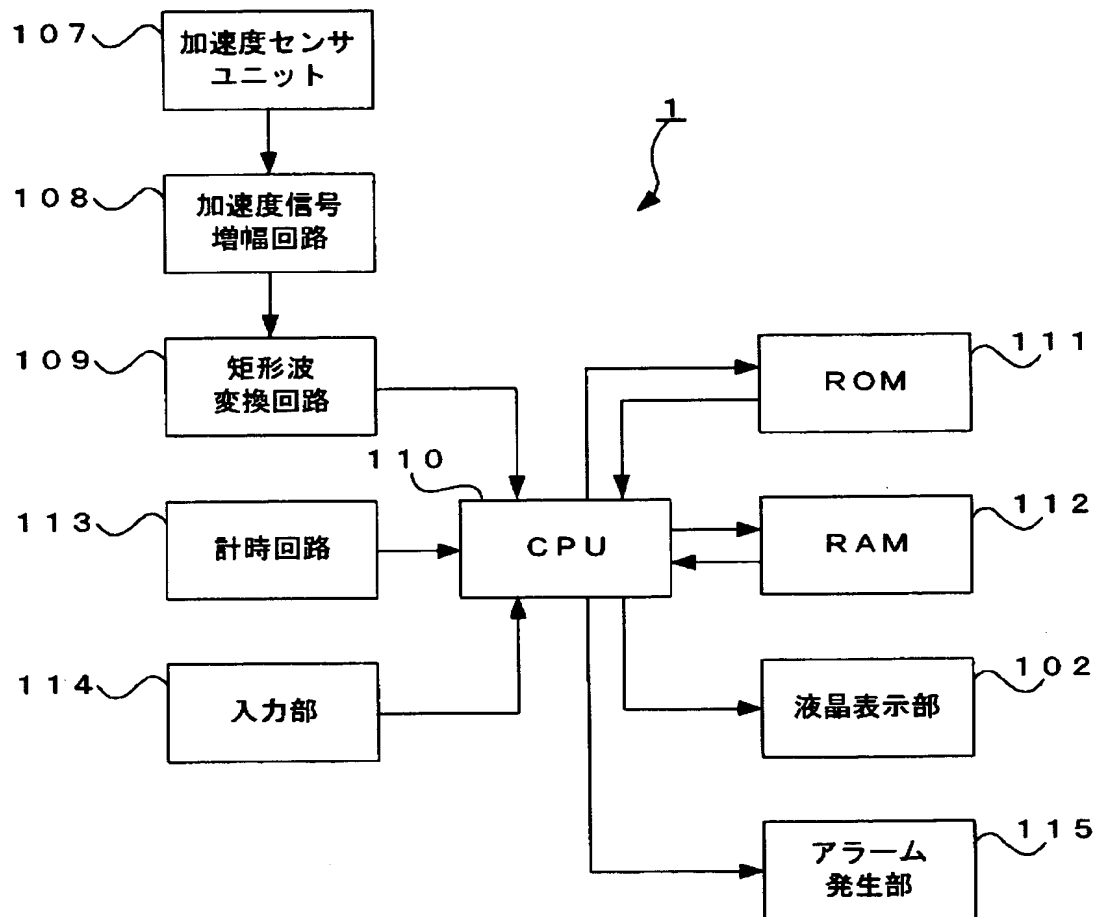
【図 1】



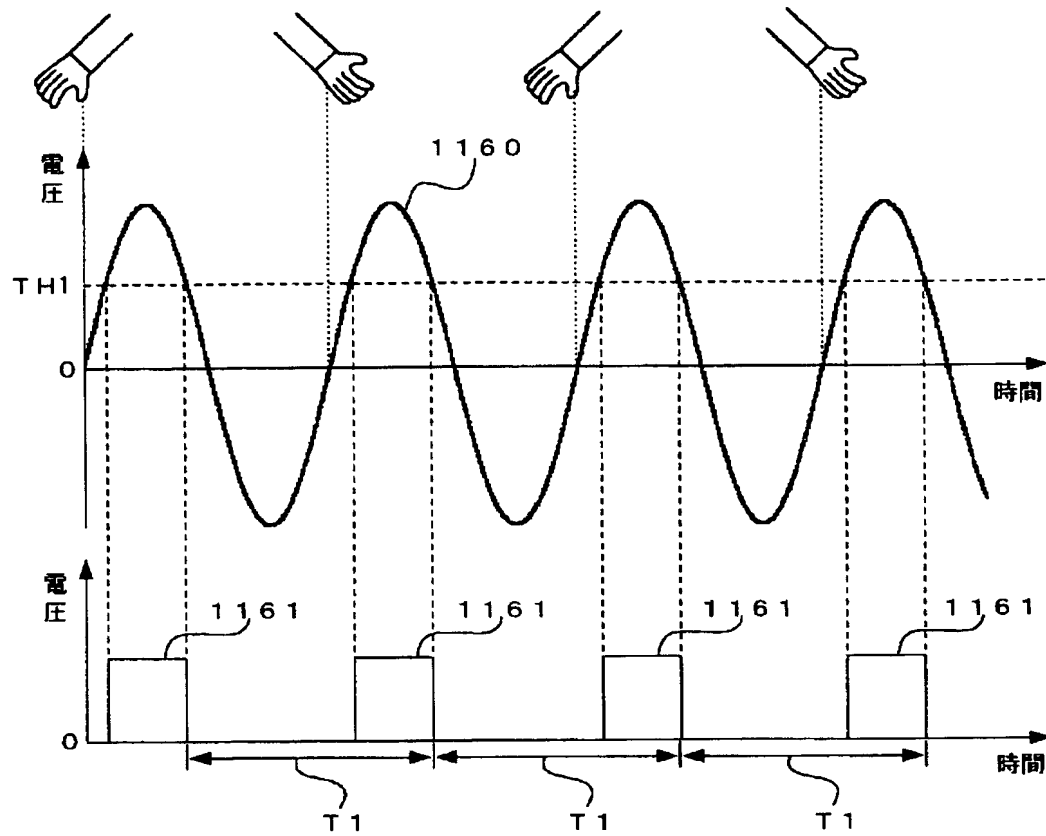
【図 2】



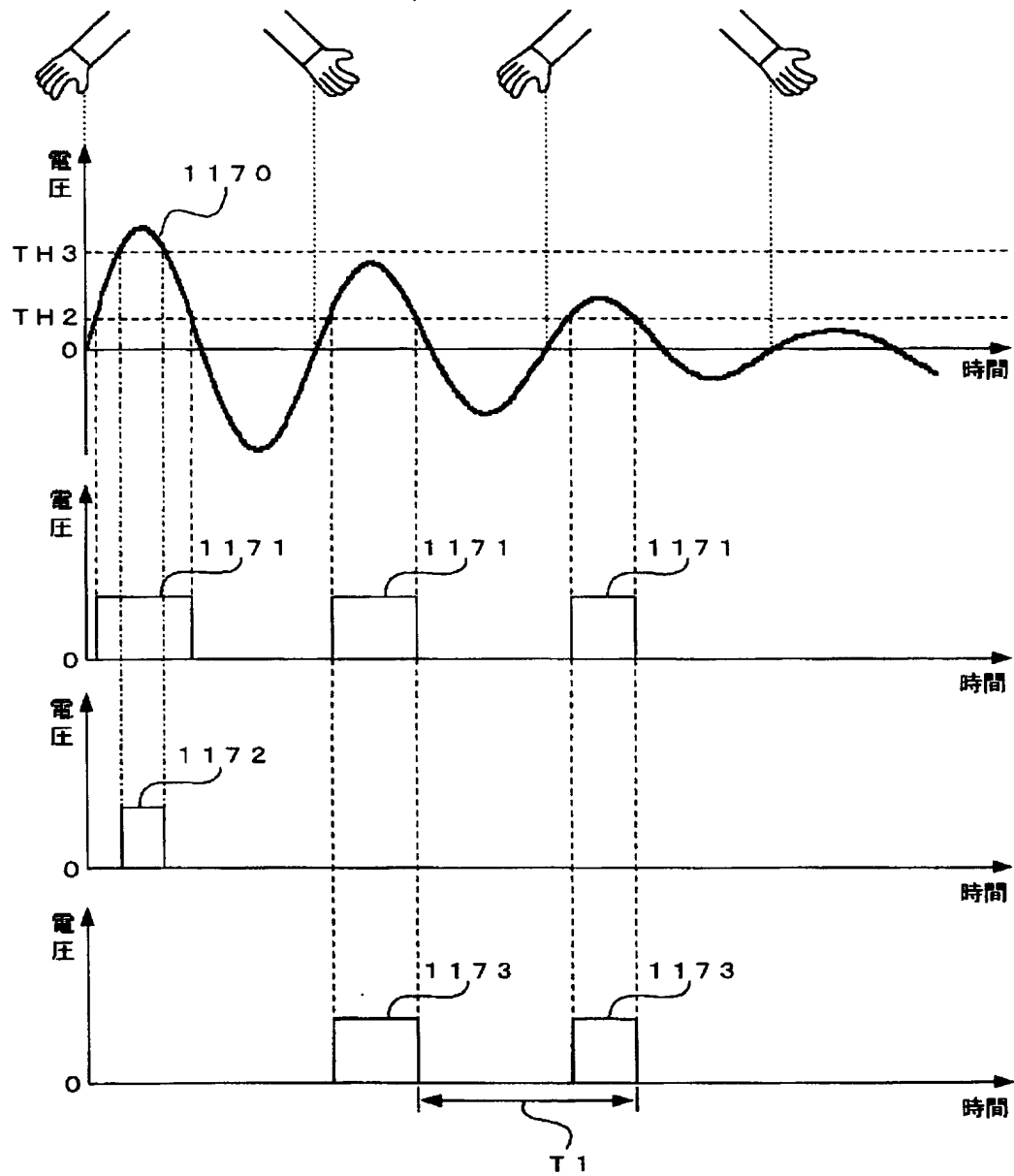
【図 3】



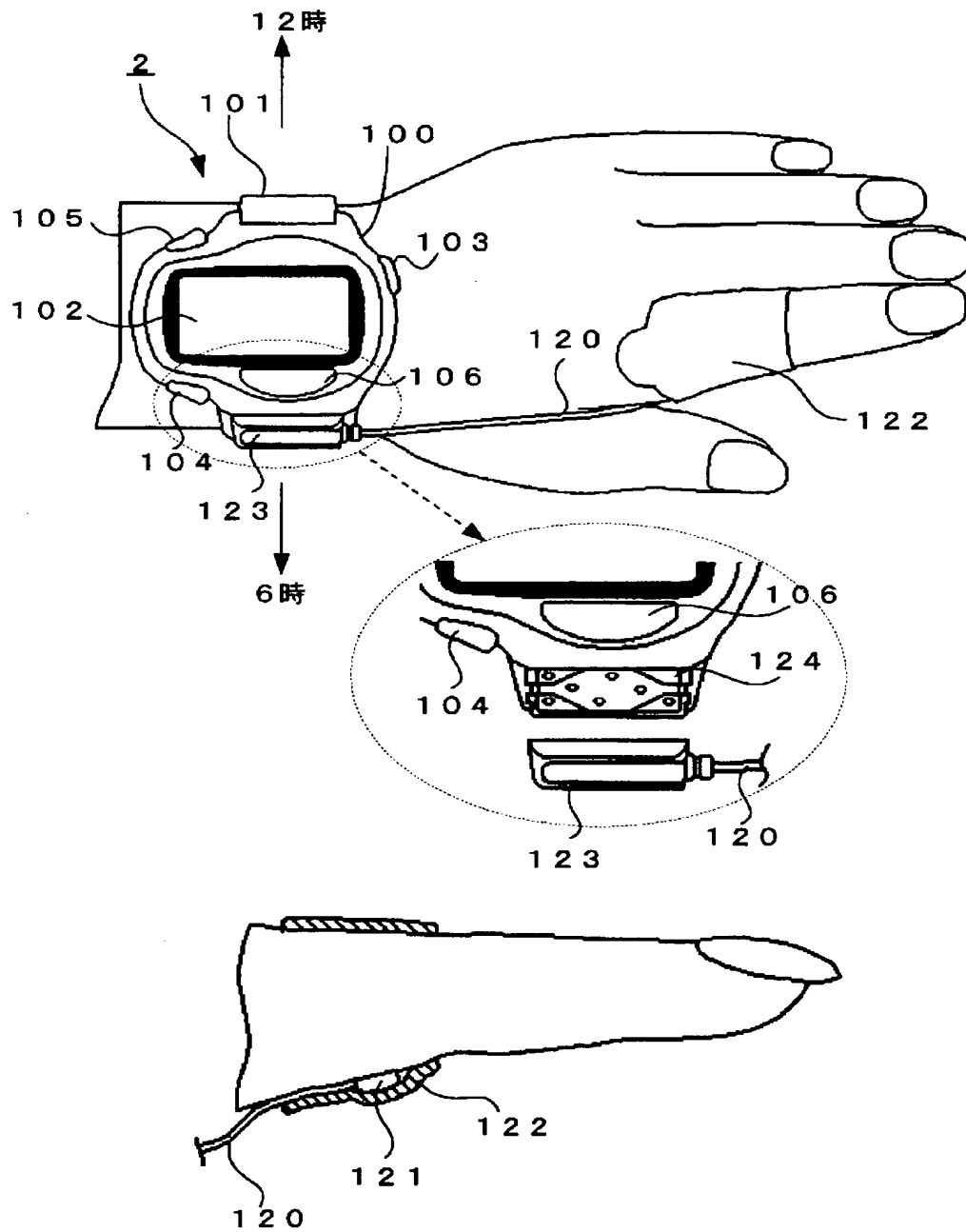
【図 4】



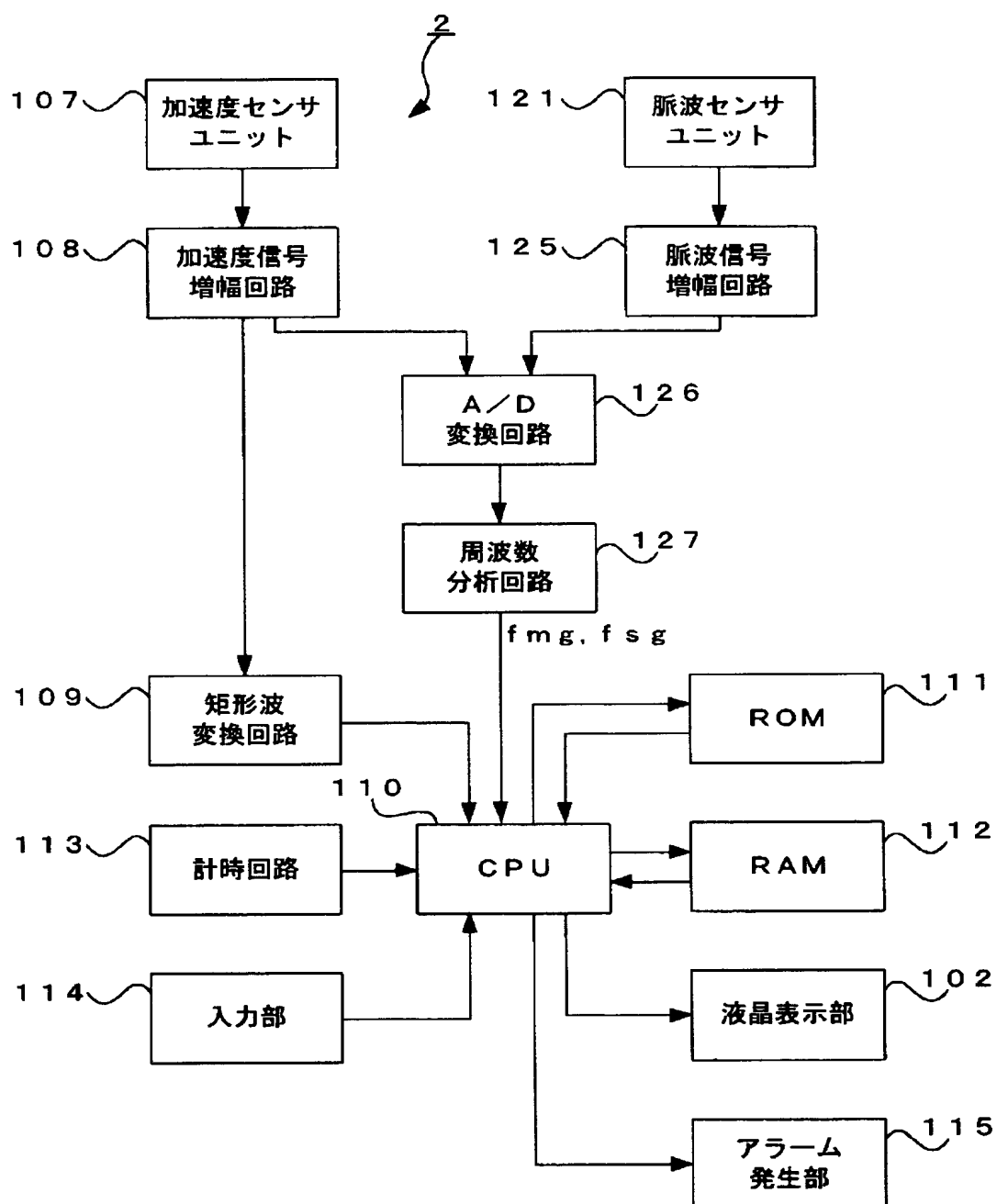
【図 5】



【図 6】

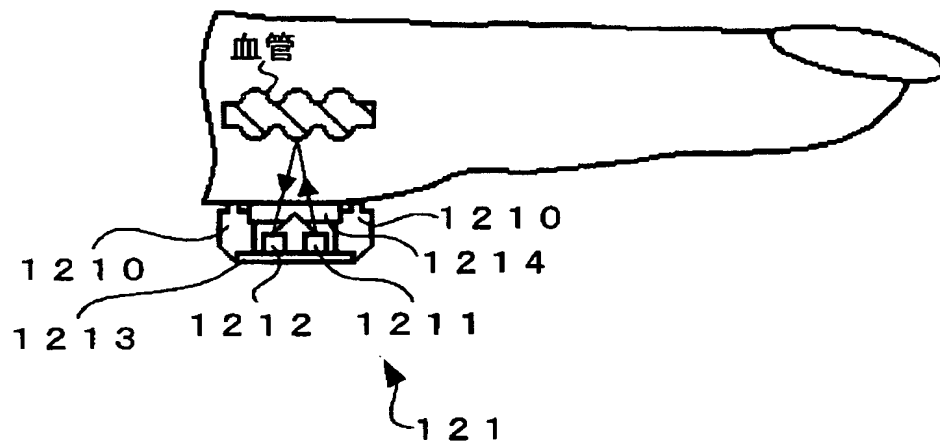


【圖 7】





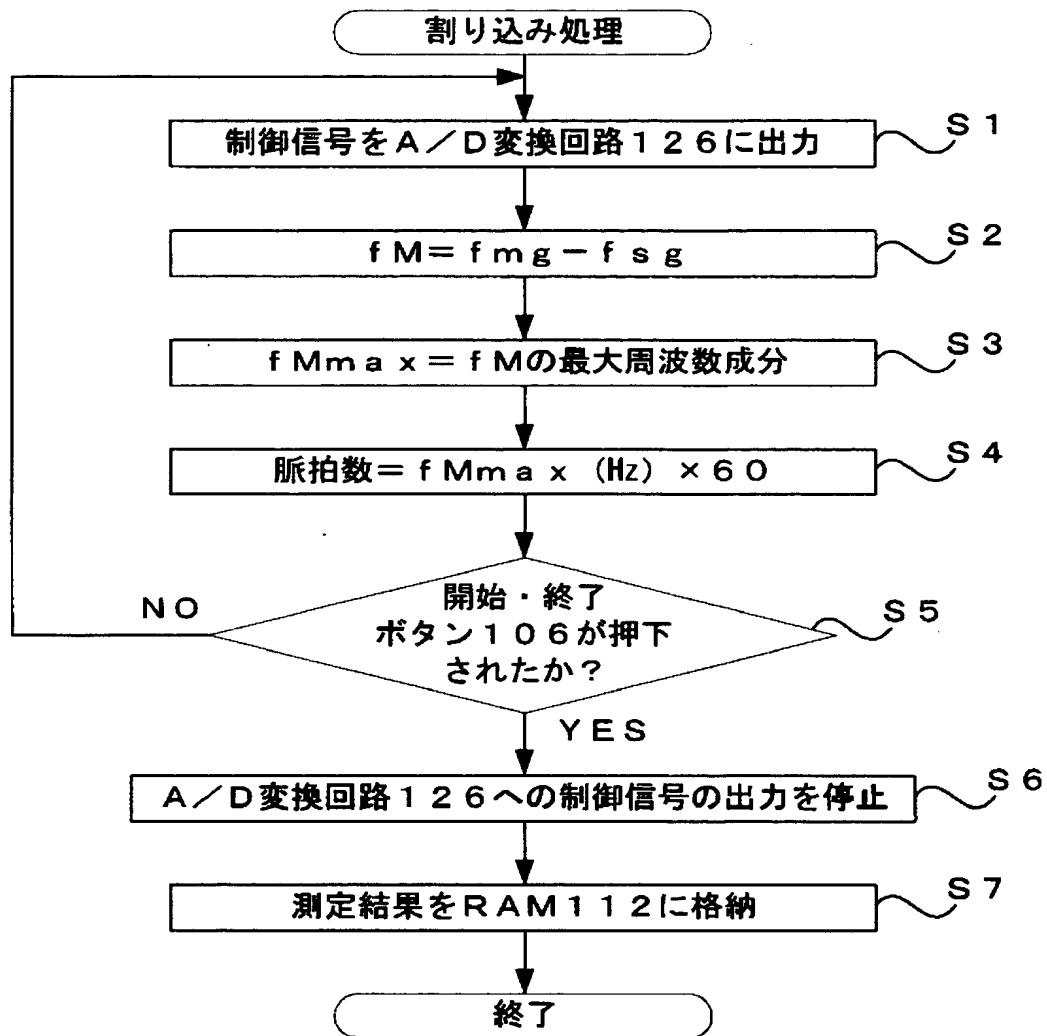
【図 8】



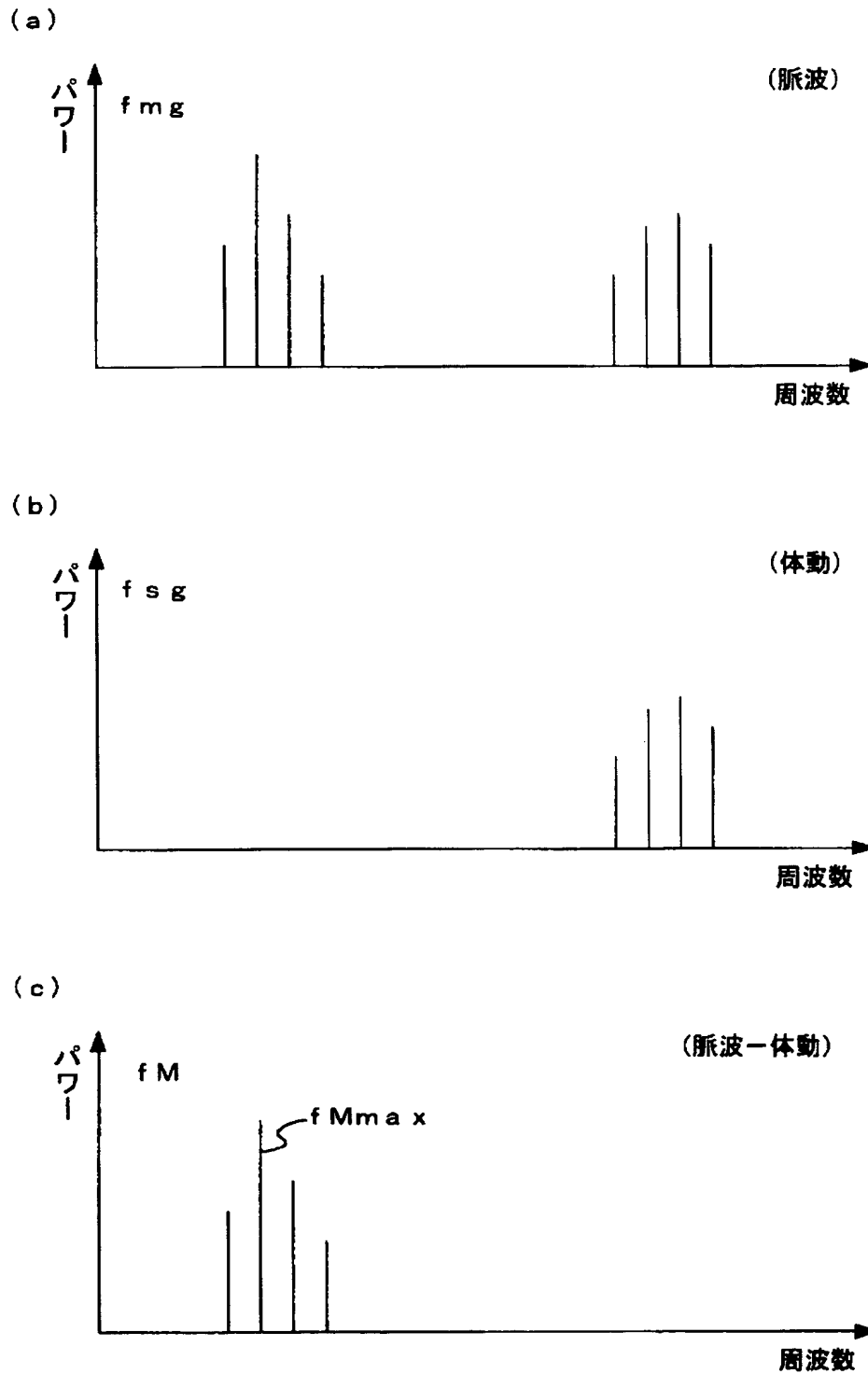
【図 9】

歩行速度 (m/min)	METS
20 ~ 39	0 ~ 0.9
40 ~ 59	1.0 ~ 1.9
60 ~ 79	2.0 ~ 2.9
80 ~ 99	3.0 ~ 3.9
100 ~ 119	4.0 ~ 4.9
120 ~ 139	5.0 ~ 5.9

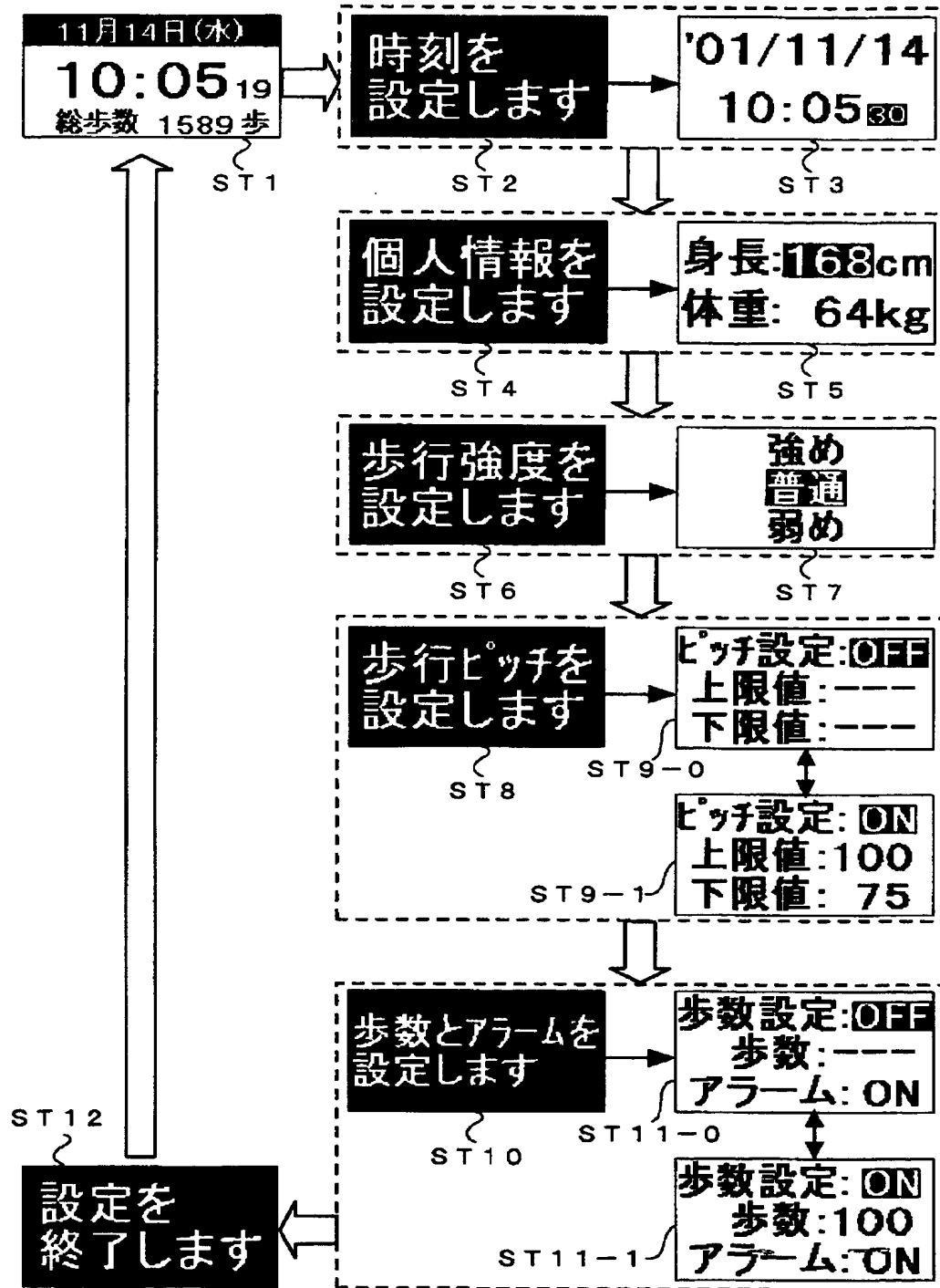
【図10】



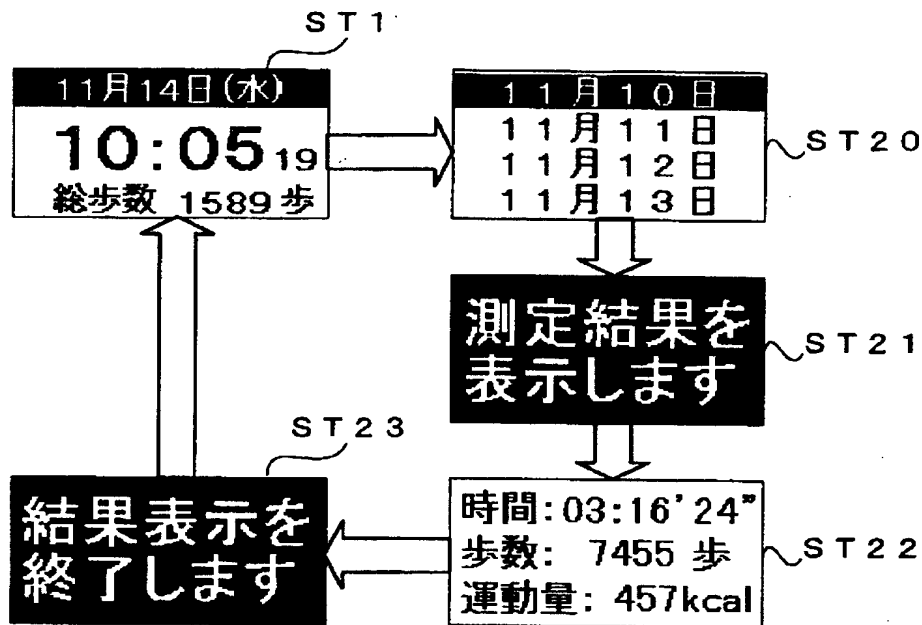
【図 11】



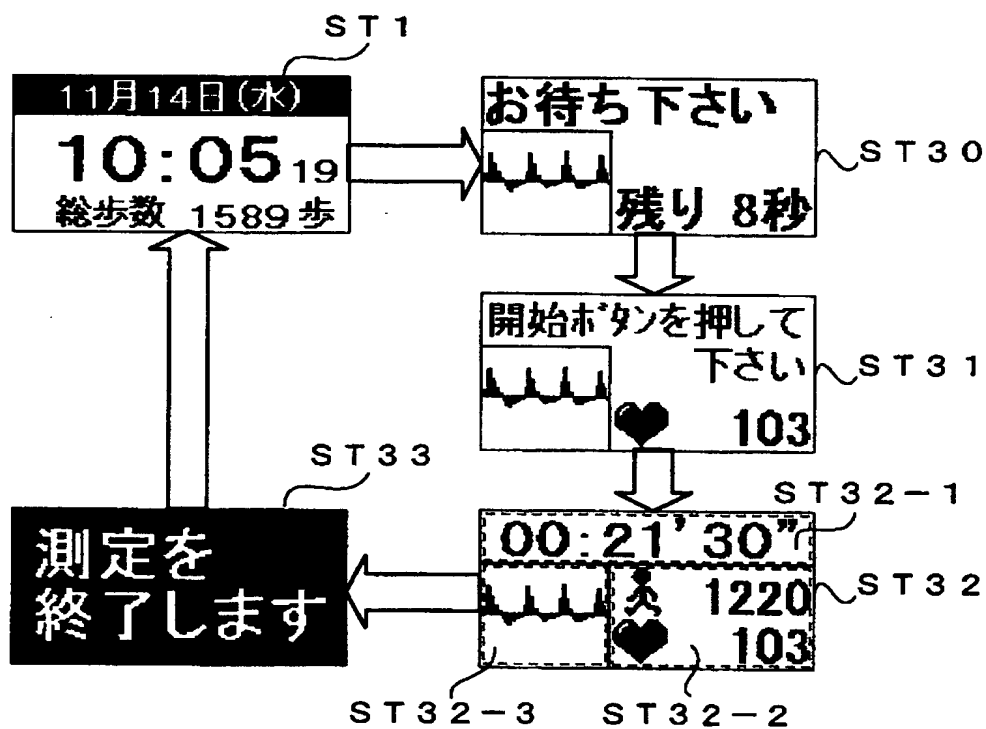
【図 12】



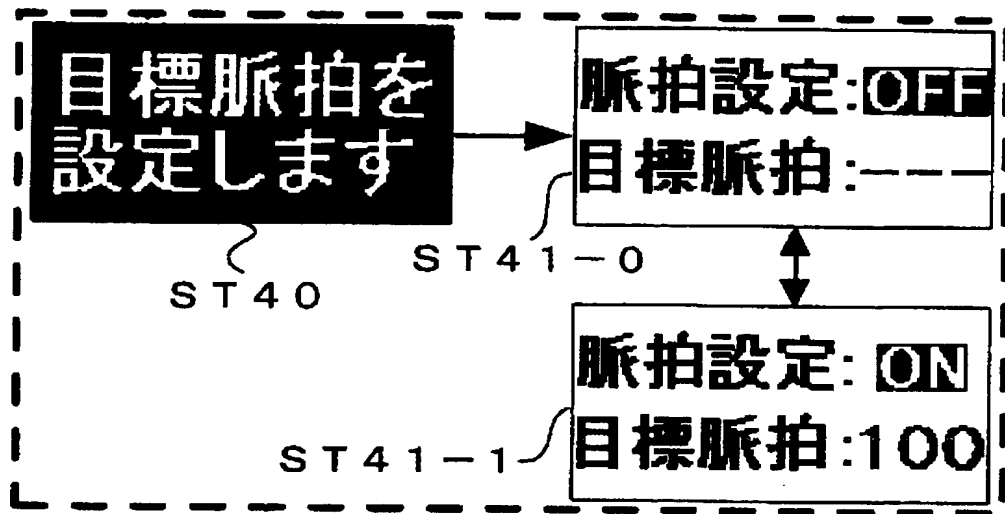
【図13】



【図14】



【図 1 5】



【図 1 6】

11 月 12 日 - 1	ST 2 0 - 1
11 月 12 日 - 2	
11 月 12 日 - K	
11 月 13 日 - 1	

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 歩行や走行などの運動において、利用者が動作毎に適正な運動強度であるか否かを確認でき、高い運動効果を得ることが可能な体動検出装置を提供する。

【解決手段】 利用者の運動中にあっては、CPU 110は、加速度センサユニット 107から入力される加速度信号の振幅、周期および検出回数などから適正な運動動作であるか否かを判定し、その判定結果が肯定になったときに、アラーム発生部 115を作動させ、利用者に適正な運動強度で運動を行ったことを告知させる。

【選択図】 図 3

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 9 0 0 0 7		
受付番号	5 0 2 0 1 4 8 3 9 4 1		
書類名	特許願		
担当官	第一担当上席	0 0 9 0	
作成日	平成 1 4 年 1 0 月 3 日		

### < 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成14年10月 2日

次頁無



特願 2 0 0 2 - 2 9 0 0 0 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 2 3 6 9 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

氏 名

セイコーエプソン株式会社